BAKTERIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN VON FLASCHENVERSCHLÜSSEN MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER PERSISTENZ VON TYPHUS-BAZILLEN IN MINERALWÄSSERN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER
MEDIZINISCHEN DOKTORWÜRDE
VORGELEGT DER
HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
ZU FREIBURG IM BREISGAU

ACAD. LUDOVICIANA BIBL.

VON

ALFRED NAUMANN

AUS

FRANKFURT A. M.

FREIBURG I BR.
ERNST A. GÜNTHERSCHE BUCHDRUCKEREI
1911.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Freiburg i. B.

Referent:	Dekan:
Geh. Hofrat Professor Dr. SCHOTTELIUS.	Geh. Rat Prof. Dr. v. KRIES.

MEINER
LIEBEN MUTTER
GEWIDMET.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543126_0125

Auf Grund praktischer Beobachtung hat man schon zu Zeiten, zu denen man von der Aetiologie der Infektionskrankheiten und Bakteriologie überhaupt nichts wusste, die Entstehung von bestimmten seuchenhaften Krankheiten auf den Genuss verunreinigten Wassers zurückgeführt; reine Brunnen galten von jeher als ein wichtiger Faktor für die Gesundheit der Bevölkerung. Heute sind wir in der Lage, mit Hilfe exakt arbeitender hygienischer und bakteriologischer Untersuchungsmethoden die wirkliche Ursache der Infektionskrankheiten, die spezifischen Bakterien, sicher nachzuweisen und den Weg ihres Eindringens in den menschlichen Organismus genau zu verfolgen.

Die medizinischen Anschauungen früherer Jahrhunderte haben sich deswegen nicht als falsch erwiesen, noch heute erblicken wir häufig in bakteriell verunreinigtem Wasser die Quelle von explosiv auftretenden seuchenhaften Darmkrankheiten. Auch wir bewerten deshalb reines Trinkwasser mit Rücksicht auf die Volksgesundheit sehr hoch, nur haben sich unsere Anforderungen, entsprechend unseren besseren Kenntnissen beträchtlich vergrössert. Der Brunnen, wie er früher allgemein in Gebrauch war, genügt nur noch unter besonders günstigen Umständen den Forderungen der Hygiene; in den Städten bei grösserer Bevölkerungsdichte überhaupt, kann nur eine Wasserleitung mit einer gewissen Sicherheit die Lieferung reinen

Trinkwassers garantieren. Aber auch diese versagt zuweilen; wir haben in den letzten Jahrzehnten auf infizierte Wasserleitung die Entstehung von Typhus- und Choleraepidemien zurückführen müssen. In solchen Zeiten warnt man vor dem Genuss frischen Wassers, empfiehlt vorheriges Abkochen eventl. Zusatz von keimtötenden Mitteln (Zitronensäure), keimdichte Filter u. a. m. Besonders beliebt ist es auch unter solchen Umständen kohlensäurehaltiges Wasser natürlicher oder künstlicher Art zu empfehlen, da man eine Infektionsgefahr von dieser Seite für ausgeschlossen hält.

Bei natürlichen Mineralwässern ist ein Gehalt an pathogenen Mikroorganismen — denn um solche muss es sich in erster Linie handeln — allerdings nicht anzunehmen, da sie meist aus Bodentiefen stammen, in denen solche erfahrungsgemäss nicht vorkommen. Nur knüpft sich daran die weitere Voraussetzung, dass bei der Abfüllung von Flaschen am Quellorte auch mit der genügenden Reinlichkeit verfahren wird, wenn das Wasser den hygienischen Anforderungen genügen soll.

Die Gefahr einer Verunreinigung liegt aber in viel höherem Grade bei künstlichen kohlensäurehaltigen Wässern vor; denn erstens muss dabei ein einwandfreies Wasser verwandt werden und zweitens kann es durch die mannigfaltigen Manipulationen, die nicht zu vermeiden sind, noch leichter zur Verunreinigung kommen.

Die Frage, ob diese Voraussetzungen auch überall zutreffen, ist aber entschieden von Bedeutung, da diese Wässer nicht nur von Gesunden, sondern auch bei Er-

krankungen des Intestinaltraktes genossen werden. Deshalb wurden solche Wässer auch von verschiedenen Autoren untersucht, von denen hier Reinl, v. Rigler und Siedler genannt sein sollen. Diese Untersuchungen ergaben nun, dass fast alle Mineralwässer einen ganz erheblichen Keimgehalt aufweisen, der teilweise bis zu 25000 Keime pro 1 ccm Wasser betrug; unter diesen waren allerdings pathogene Mikroorganismen nicht gefunden worden. Trotzdem musste man sich fragen, ob ein so grosser Keimgehalt nicht gesundheitlich schädlich wirken kann.

Siedler sucht diese Frage aus der Praxis heraus zu lösen; er weisst darauf hin, dass doch Magenleidende die Wässer gut vertrügen und sogar Vorteil von ihnen zögen, während doch bei ihnen eine schädliche Einwirkung sich am deutlichsten dokumentieren müsste. Daraus schliesst er, dass man rein aus dem Keimgehalt ein Mineralwasser nicht für anfechtbar erklären dürfte.

Dies ist zwar insofern richtig, als der Gehalt nicht pathogener Keime an sich tatsächlich gesundheitlich unschädlich ist. Allerdings weist Binz darauf hin, dass in eisenhaltigen Wässern Mikroorganismen chemische Veränderungen setzen können, infolge deren das Eisen als Eisenoxydhydrat ausfalle; vor diesem Vorgang könne man sich nur durch kühle Lagerung des Wassers schützen, wodurch die Mikroorganismen in ihrer Vermehrung gehemmt würden.

Durch diesen Ausfällungsprozess erhält aber das Wasser ein schlechtes Aussehen und sein Geschmack

wird verdorben; durch beide Faktoren wird es weniger bekömmlich.

Demnach wären also auch nicht pathogene Mikroorganismen unter Umständen keineswegs gleichgiltig.

Jedoch auch abgesehen davon ist der Schluss Siedlers nicht völlig berechtigt, da bei einem steigenden Keimgehalt auch die Wahrscheinlichkeit wächst, dass pathogene Mikroorganismen vorhanden sind.

Dieser hohe Keimgehalt ist nach den Ausführungen der obengenannten Autoren darauf zurückzuführen, dass die Keime mit ziemlicher Sicherheit erst mit der Abfüllung auf Flaschen dem Wasser beigemengt würden; dabei berücksichtigen sie indessen nicht, dass schon vor der Abfüllung in den oberen Schichten auf rein natürlichem Wege Keime ins Wasser gelangen müssen.

v. Rigler weist dabei des näheren, wie auch schon Schottelius, darauf hin, dass zum Schliessen der Flaschen in vielen, wenn auch nicht in allen, Fällen poröse Korke verwandt werden; diese saugen sich allmählich voll und werden schliesslich von Mikroorganismen durchwachsen.

Aehnlich gestaltet sich der Vorgang bei Flaschen mit Patentverschluss. Hier setzen sich die Keime leicht in die schon oft festgestellten Risse in der Gummiplatte oder zwischen dieser und ihrer Unterlage fest. Da nun die Verschlüsse immer von neuem verwandt und meist nur sehr mangelhaft gereinigt werden, kann es zu einer direkten Uebertragung auf die nächste Flaschenfüllung kommen.

Diese letztere Vermutung gab dazu die Veranlassung,

die Patentverschlüsse bei einer Reihe von Flaschen auf ihren Keimgehalt zu prüfen.

Bekanntlich haben sich neben den Korkverschlüssen gerade bei kohlensäurehaltigen Getränken mit der Zeit verschiedene Formen von Patentverschlüssen eingebürgert. An sich bietet natürlich ein festsitzender Korkverschluss bedeutend grössere Sicherheit dafür, dass der Inhalt der Flasche intakt ist, als der Patentverschluss; denn letzterer kann des öfteren geöffnet und geschlossen werden, ohne dass man dies nachher noch feststellen kann. [1])

Wenn trotzdem allmählich die Patentverschlüsse eingeführt wurden, so hatte dies vornehmlich zwei Gründe: einmal war der Korkverschluss für den Fabrikanten teurer, da jedesmal ein frischer Korken verwandt werden musste. Sodann war es aber auch nicht möglich, angebrochene Flaschen wieder fest zu verschliessen, was aus Sparsamkeitsrücksichten für den Konsumenten oft wünschenswert ist. Diese Möglichkeit der Konservierung war auch der Grund, warum gerade bei Mineralwässern die Patentverschlüsse verwandt wurden, da es hier darauf ankommt, das Entweichen der Kohlensäure zu verhindern.

Solche Patentverschlüsse sind in verschiedenen Formen in den Handel gekommen. Bei einer Gruppe handelt es sich darum, dass eine auf einem Porzellan- oder Glaskegel sitzende ringförmige Gummiplatte auf den Flaschenhals gedrückt wird. Dies wird erreicht entweder, wie bei den

[1]) Um diesen Nachteil auszugleichen, bringen Bierbrauereien meist Plomben oder geklebte Papierstreifen an; letztere sind auch an manchen Mineralwasserverschlüssen zu finden.

Sodawasserflaschen, durch einen einfachen Hebelverschluss nach Art der Bierflaschen oder dadurch, dass ein loser Glasstöpsel mittelst Schraubenwindungen in den Flaschenhals eingedreht wird, z. B. beim Gerolsteiner-Sprudel.

Diesen Verschlüssen stehen dann solche gegenüber, bei denen Blechplättchen, die auf der Innenseite eine dünne Korkplatte tragen, auf den Flaschenhals gepresst sind; diese werden dann mit kleinen Zangen geöffnet.

Es ist klar, dass bei der Wahl und Herstellung dieser Verschlüsse für den Fabrikanten die Bedürfnisse massgebend sind, die von seinem Standpunkt aus vorliegen; für ihn kommt es aber vor allem darauf an, dass das Wasser nicht im Aussehen und Geschmack verändert wird und ferner insbesondere bezüglich seines Gehaltes an Kohlensäure den Wünschen des Publikums entspricht. Dagegen hat es für ihn viel geringeres Interesse, darauf zu achten, dass nicht Keime beigemengt werden können, die das Getränk nicht direkt in obigem Sinne schädlich beeinflussen.

Zur Bewertung kommt ferner in Betracht, dass ein Unterschied zwischen maschinellem Betrieb und Handbetrieb gemacht werden muss. Die Reinigung wird bei maschinellem Betrieb eine gründlichere sein als im Kleinbetrieb, besonders bei den Zwischenhändlern. Diese pflegen die Flaschen meist nur kurz durchs Wasser zu ziehen, frisch zu füllen und gleich wieder dem Verkehr zu übergeben; dabei werden im Haushalt ungehörigerweise die Flaschen vielfach zum vorübergehenden Abfüllen von Petroleum, Oel oder Spiritus benützt. Von diesen Zwischen-

händlern resp. Kleinbetrieben bezieht aber das Publikum seine Flaschen zu einem grossen Teil.

Um diese vermuteten Nachteile der Verschlüsse objektiv darzutun, wurden Versuche an Patentflaschen mit Milch, Bier, Limonade und Sodawasser gewählt.

Die Untersuchung gestaltete sich so, dass mit sterilen Instrumenten kleine Stücke der Gummiplatten ausgeschnitten wurden und zwar erst bei noch verschlossener Flasche von dem herausragenden Teil, dann nach der Oeffnung von dem im Innern an den Hals gepressten Teil, der weder von aussen infiziert werden konnte, noch innen mit der Flüssigkeit in Berührung kam. Die Gummistückchen wurden einzeln in steriler Bouillon geschüttelt, diese darauf mit verflüssigter Gelatine vermengt und in Platten gegossen. Ausserdem wurden noch Gelatineplatten von dem jeweiligen Inhalt der Flaschen gegossen.

Das Resultat der Untersuchungen zeigt die folgende Tabelle:

	Der Gummiplatte		
	Aussenteil	**Innenteil**	**Flascheninhalt**
Milch	massenhaft punktförmige Kolonien	Gelatine stark verflüssigt	Gelatine stark verflüssigt
Bier	vereinzelte Coli-artige nicht verflüssigende Kolonien	vereinzelte Coli-artige, wenige punktförmige Kolonien	wenige punktförmige Kolonien
Limonade	wenige punktförmige Kolonien	wenige punktförmige Kolonien	wenige punktförmige Kolonien
Sodawasser	massenhaft punktförmige Kolonien	massenhaft punktförmige, ca. 20 verflüssigende Kolonien	1 verflüssigende, mässig punktförmige Kolonien

Da es bei der Untersuchung nicht darauf ankam, quantitativ die Keimzahl festzustellen, verzichteten wir meist auf eine Zählung und begnügten uns mit der schätzungsweisen Angabe.

Ebenso wurde die Art der Keime nicht näher festgestellt, da es sich nur darum handelte, ob überhaupt Keime auf den Gummiplatten hafteten.

In zwei Fällen, in denen Zahlenangaben vorliegen, könnte es scheinen, dies seien doch nur wenig Keime; es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Gummiplättchen nur kurz in der Bouillon ausgeschüttelt wurden. Im Vergleich dazu liessen aber die Resultate eine ganz beträchtliche Anzahl von Keimen nachweisen.

In den Fällen, in denen „massenhaft punktförmige Kolonien“ in der Tabelle verzeichnet steht, waren die Petrischalen geradezu übersät, sodass eine Auszählung ohne Verdünnungsplatten unmöglich gewesen wäre.

Ferner wurden nicht die Unterschiede in der Keimzahl zwischen den verschiedenen Flaschen festgestellt; es sollte nur durch die Wahl der Proben von verschiedenem Inhalt gezeigt werden, dass die gerügten oder vielmehr vermuteten Mängel tatsächlich überall die gleichen sind, wo Patentverschlüsse verwandt werden.

Das Resultat war, was ja auch zu erwarten stand, dass kein einziger der Verschlüsse völlig sauber war. Dagegen fiel es entschieden auf, wieviel Keime in 2 Fällen (Milch und Sodawasser) gewachsen waren; die eine dieser Platten, die dazu noch von dem inneren, dem Flaschen-

hals angepressten Gummiteile stammte, war fast völlig verflüssigt worden. Jedenfalls ist aber das Wesentlichste, dass bei allen Proben, auch bei den verhältnismässig besten, ein hoher Gehalt von Keimen festgestellt werden konnte. Von diesen werden allerdings die meisten an sich harmloser Natur sein; doch muss man unterscheiden, mit was für Flüssigkeit sie in Berührung kommen. So wird z. B. Milch leichter einer Zersetzung anheimfallen oder in eisenhaltigen Wässern, wie bereits bemerkt, das Eisen als Eisenoxydhydrat ausgefällt werden, während dieselben Keime in anderen Wässern keine sichtbare Wirksamkeit werden entfalten können. Ferner steigt natürlich, wie auch bereits erwähnt wurde, mit der Gesamtzahl der Keime die Möglichkeit, dass sich auch pathogene Mikroorganismen darunter befinden.

Ausserdem wird bei dem häufigen Gebrauch der Flaschen immer neuer organischer Schmutz dazu kommen, während der vorhandene infolge oberflächlicher Säuberung nicht genügend entfernt wird; infolgedessen liegt gerade in dem wiederholten Gebrauch, auf den vom Fabrikant so grosses Gewicht gelegt wird, zugleich ein bedeutender Nachteil.

Dieses Ergebnis konnte zwar bei den üblichen Reinigungsmethoden der Praxis keineswegs überraschen; es sollte nur durch diese Versuche noch der objektive Beweis dafür erbracht werden, dass diese Mängel tatsächlich vorliegen. Bei dem ausserordentlich grossen Gebrauch der Patentverschlüsse ist aber diese Gefahr keineswegs gering einzuschätzen.

Die Hauptaufgabe jedes Flaschenverschlusses besteht jedoch darin, die Flasche absolut sicher zu verschliessen; es darf weder von aussen ein fremder Bestandteil eindringen können, noch darf es dazu kommen, dass z. B. bei Mineralwässern Kohlensäure entweicht

Es war daher von Interesse, zu untersuchen, ob in dieser Beziehung ein Unterschied zwischen dem Korkverschluss und dem Patentverschluss bestehe.

Eine ähnliche Frage streiften wir bereits im Beginne dieser Ausführungen. Wir erwähnten daselbst, dass der Korkverschluss ja zunächst eine grössere Sicherheit für die Intaktheit des Flascheninhalts biete als ein Patentverschluss, da er nicht ohne besondere Vorrichtungen wie Korkzieher geöffnet werden kann.

Hier soll aber die Frage aufgeworfen werden, ob bei beiderseits intakten Verschlüssen beide Arten die in sie gesetzten Erwartungen in gleicher Weise rechtfertigten oder ob eine Art der andern überlegen sei.

Die Praxis selbst hat allerdings bereits gezeigt, dass für ihre Bedürfnisse beide Verschlussarten Genügendes leisteten. Daher wird die Beantwortung obiger Frage mehr von theoretischem als praktischem Interesse sein, zumal so schwere Anforderungen wie in den folgenden Untersuchungen wohl nie in der Praxis an die Verschlüsse gestellt werden. Dieses theoretische Interesse war aber umsomehr begründet, als die Verteidiger der Patentsysteme diesen eine absolute Verschlusssicherheit zusprachen, die auch den strengsten Bedingungen gerecht würden; dabei wiesen sie im Besonderen darauf hin, dass die fest zu-

sammengepressten Gummibeläge eine unübertreffliche Abdichtung bewirkten.

Derartige Versuche wurden denn auch an verschiedenen Mineralwasserflaschen mit Kork- und Patentverschluss vorgenommen; da aber die Korkverschlüsse wieder sehr verschiedenartig sein können, so wurden von ihnen verschiedene Arten herangezogen. Dabei kamen zur Verwendung Wässer von: Neuenahr, Ems, Vichy, Wiesbaden, Gieshübel, Sulzmatt, Wildungen, Krontal, Selters und Apollinaris.

Die Korke dieser Flaschen waren insofern wieder verschieden versorgt, als sie teils mit Staniol, teils mit Blechplättchen, teils auch mit Drahtumschnürungen, ähnlich den Champagnerflaschen abgedichtet oder befestigt waren

Wir gingen nun so vor, dass wir alle Flaschen eine verhältnismässig lange Zeit direkt mit den Verschlüssen der Infektion mit dem Micrococcus prodigiosus aussetzten. Diesen Micrococcus prodigiosus wählten wir, da dieser im Mineralwasser, wie frühere Versuche lehrten, nicht vorkommt; ausserdem erschien er günstig wegen seiner Eigenschaft, in Gelatineplatten roten Farbstoff zu bilden.

Von diesem Micrococcus wurde eine Aufschwemmung in Bouillon hergestellt. Nachdem diese sich nach einigen Tagen stark getrübt hatte und damit der verwandte Prodigiosus-Stamm als wachstumskräftig erwiesen war, wurde eine Massenbouillonkultur hergestellt.

In dieser Prodigiosusbouillon wurden die Flaschen umgekehrt eingetaucht und zwar so, dass die Flaschenhälse

noch ein Stück über die Verschlüsse in den Flüssigkeitsspiegel eintauchten.

In dieser Lage blieben die Flaschen dann 2 volle Wochen, wurden dann herausgenommen, gründlich mit Wasser abgespült und zum trocknen beiseite gestellt. Dies entsprach einmal am meisten den natürlichen Verhältnissen und sodann gab es die Möglichkeit, dass etwa noch anhaftende Keime zugrunde gingen, da der Prodigiosus als nicht sporenbildend bei Eintrocknung sich nicht erhalten kann. Darauf wurden die Flaschen gründlich durchgeschüttelt und mit möglichster Vorsicht geöffnet, um jede nachträgliche Verunreinigung des Wassers zu vermeiden. Dann wurde ihnen mit sterilen Pipetten je 2 ccm Inhalt entnommen, der dann mit flüssiger Gelatine vermischt in Petrischalen ausgegossen wurde.

Hierbei lag in hohem Masse die Gefahr vor, dass bei der Einführung der Pipetten dem Flaschenhals oben etwa anhaftende Keime abgestreift und erst sekundär dem Wasser beigemengt würden, wodurch der ganze Versuch illusorisch gemacht worden wäre. Deshalb wurde besonders darauf geachtet, dass die Pipette bei der Einführung nirgends den Hals berührte. Wir können mit Sicherheit behaupten, dass es bei der Wasserentnahme zu keiner Keimverschleppung gekommen ist. Mit der Exaktheit der Ausführung steht und fällt aber der ganze weitere Versuch.

Das Resultat der Plattenkulturen ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt, die ausser Prodigiosus die Anzahl der verflüssigenden und nicht verflüssigenden

Kolonien anführt. Diese wurden wieder nur schätzungsweise angegeben, da sie ja eine nebensächliche Rolle spielen und nur dann von Bedeutung hätten werden können, wenn sie durch ihre Zahl die anderen Keime überwuchert hätten.

	Wasser	Flasche	Prodigiosus	Coli-artige, nicht verflüssigende Keime	Verflüssigende Keime
Korkverschlüsse	Neuenahr	1. 2.	— 1	vereinzelt	massenhaft
	Ems	1. 2.	4 —	vereiznelt ca. 15	mässig massenhaft
	Vichy	1. 2.	—	ca. 5	wenige
	Wiesbaden	1. 2.	8 1	ca. 7 wenige	wenige massenhaft
	Gieshübler	1. 2.	1	vereinzelt ca. 15.	mässig
	Sulzmatt	1. 2.	—	—	wenige
	Wildungen	1. 2.	10 —	2 —	wenige ganz vereinzelt
	Krontal	1. 2.	—	—	ganz vereinzelt
	Selters	1. 2.	—	—	mässig
	Appollinaris	1. 2.	—	— ca. 6	wenige
	Sodawasser (Patentverschluss).	1.	—	vereinzelt	vereinzelt
		2.	—	—	wenige
		3	—	mässig	viele
		4.	—	ca. 10.	mässig
		5.	—	vereinzelt	vereinzelt
		6.	—	wenige	viele

Es hatte sich wider Erwarten herausgestellt, dass bei einer Reihe von Flaschen mit Korkverschluss, Keime hatten

durchdringen können, während die Patentverschlüsse in keinem einzigen Falle versagt hatten.

Allerdings kommt hier in Betracht, von welcher Qualität die Korken waren, worauf an anderer Stelle früher schon einmal hingewiesen wurde Es stellten sich indessen hier keine wesentlichen Differenzen heraus, die Korken zeigten für das Auge keine Unterschiede.

Aus der Tabelle geht ferner hervor, dass Korkverschlüsse auch derselben Art nicht immer so übereinstimmen, wie dies bei Patentverschlüssen der Fall ist; wenigstens sprechen dafür die beiden Fälle Neuenahr und Wildungen, in denen bei beiden eine Flasche infiziert während die andere frei von Prodigiosus blieb.

Es ist dies auch schon an sich recht wahrscheinlich. Die Korken stimmen zwar in ihrer Dicke stets genau überein, da sie auf maschinellem Wege hergestellt werden; dagegen unterscheiden sich die Flaschenhälse oft schon für das blosse Auge durch die Dicke des Glases resp. ihr Lumen.

Demgegenüber haben die Patentverschlüsse den Vorzug, genauer übereinzustimmen, da sie maschinell hergestellt werden.

Die Flaschen weisen zwar natürlich dieselben Unterschiede auf, doch werden diese hier durch die grössere Anpassungsfähigkeit der Gummiplatten ausgeglichen.

Als ausgeschlossen ist anzusehen, dass etwa noch mehr Flaschen infiziert worden wären, wenn die Verschlüsse noch länger in der Prodigiosus-Aufschwemmung geblieben wären. Da ausserdem die Versuchsbedingungen für die Infektion des Wassers viel günstiger gewählt

waren, als es jemals in der Praxis vorkommen könnte, so kann man es auch als gesichert betrachten, dass die Patentverschlüsse von aussen als undurchdringlich zu bezeichnen sind und sich den Korkverschlüssen gegenüber in dieser Hinsicht überlegen gezeigt haben.

Demnach wären also die Behauptungen derer, die den Patentverschlüssen absolute Undurchdringlichkeit nachsagen, gerechtfertigt; diesen Vorteil der Patentverschlüsse kann man doppelt hervorheben, da dieselben Verschlüsse in der vorhergehenden bakteriologischen Untersuchung wesentliche Mängel zeigten.

Eine Frage, die bei dem verbreiteten Genuss von Mineralwässern entschieden Interesse beansprucht, ist die, ob pathogene Mikroorganismen in kohlensäurehaltigem Wasser sich längere Zeit halten können; jedenfalls war von vornherein der Gedanke naheliegend, dass ihre Persistenzfähigkeit z. B. durch den geringen Sauerstoffgehalt oder auch durch den erhöhten Druck eine geringere sei, als im gewöhnlichen Wasser. Die Fragestellung erhält auch eine direkte Stütze aus der Praxis, da es nachweislich vorkam, dass Mineralwasserflaschen infektiöse Keime enthielten, sodass sich daraus gesundheitsschädliche Folgen ergaben. In einem solchen Falle kam es in Mainz dazu, dass durch die infizierten Mineralwasserflaschen eine Typhusepidemie zur Ausbreitung gelangte.

Ein anderer ähnlicher Fall wurde vor einiger Zeit in Haslach im Kinzigtal beobachtet. Hier war es zu einer Infektion der Wasserleitung gekommen, sodass von

ärzlicher Seite der Genuss dieses Leitungswassers untersagt wurde. Die Folge war, dass viele Personen nun Sodawasser tranken, das in einem kleineren privaten Betriebe am selben Ort hergestellt wurde.

Da aber zur Herstellung dieses Sodawassers das infizierte Leitungswasser verwandt wurde, kam es zu einer Infektion der Flaschen, und bald darauf traten dann auch zahlreiche Typhusfälle in den Häusern auf, die von dem betreffendem Sodawasser bezogen hatten. Nachdem so einmal die Aufmerksamkeit auf das Sodawasser gelenkt worden war, wurden mehrere Flaschen dem Freiburger Untersuchungsamt zugeschickt und es gelang auch tatsächlich nachzuweisen, dass die Flaschen Typhusbazillen enthielten. In solchen Fällen könnte eine eventuell geringere Persistenzfähigkeit von Bedeutung sein, denn es könnte durch längeres Lagern solcher infizierten Flaschen zu einer Selbstreinigung des Wassers kommen und eine Infektion vermieden werden; solch ein längeres Lagern wird aber in der Praxis meist absichtlich vermieden.

Versuche über die Persistenzfähigkeit der pathogenen Mikroorganismen in kohlensäurehaltigem Wasser liegen auch bereits vor, von denen die von Hochstetter hervorgehoben werden sollen.

Dieser Autor infizierte eine Reihe von künstlichen kohlensäurehaltigen Wässern mit pathogenen, eine andere Reihe mit nicht pathogenen Organismen. Dabei gelangte er zu dem Resultat, dass pathogene Mikroorganismen empfindlicher seien als nicht pathogene, dass sie aber immerhin kurze Zeit lebensfähig bleiben und daher

auch unter Umständen gefährlich werden könnten. Tatsächlich musste diese Gefahr auch umso grösser sein, als es im Interesse des Produzenten liegt, die Flaschen möglichst rasch in den Verkehr zu bringen und nicht lange als totes Kapital liegen zu lassen.

Jedenfalls zeigten die Versuche, dass kohlensäurehaltige Wässer Mikroorganismen gegenüber eine andere Stellung einnehmen als gewöhnliches Wasser, dass also die oben erwähnten Vermutungen nicht unbegründet waren.

Es fragte sich jetzt nur noch, worin dies andersartige Verhalten begründet sei.

Hochstetter berücksichtigt zur Beantwortung dieser Frage vier Faktoren, die nach seiner Ansicht in Betracht gezogen werden müssen.

Zunächst führt er an, die Ursache des Absterbens könne in dem Mangel an Sauerstoff zu suchen sein; dabei versteht er vermutlich unter Mangel an Sauerstoff die geringere Sauerstoffspannung. Die Annahme, dass in dieser der Grund liege, lässt sich indessen nicht halten. Experimente, die Liborius in dieser Richtung anstellte, ergaben, dass es hierdurch nur zu einer Verlangsamung des Wachstums, aber nicht zu völligem Absterben komme.

In zweiter Linie wäre daran zu denken, dass der erhöhte Druck, unter dem der Flascheninhalt stehe, die Mikroorganismen zum früheren Absterben bringe; doch auch diese Vermutung stellte sich nach Versuchen von Certes als irrig heraus. Dieser fand nämlich, dass ein

Druck von zwei Atmosphären und selbst darüber zu keiner direkten Schädigung führe.

Weiterhin kommt Hochstetter auf die chemische Zusammensetzung zu sprechen, die bei der geringeren Persistenz eine Rolle spielen könne, eine Möglichkeit, die von vornherein sehr einleuchtend war. Indessen auch dies muss man mit grösster Wahrscheinlichkeit als unzutreffend bezeichnen, denn es liess sich nachweisen, dass Selters-Wasser ohne Kohlensäure wenigstens Cholerabazillen nicht schädige.

So kommt Hochstetter schliesslich per exclusionem dazu, als ursächlichen Faktor die Kohlensäure anzusprechen, die ja von vornherein als mögliche Ursache in Betracht zu ziehen war.

Allerdings steht dieses Ergebnis im Gegensatz zu dem eines anderen Autors, Scala e Sanfelice. Dieser spricht sich nämlich dahin aus, gegen das gewöhnliche Mass von Kohlensäure bei der Temperatur von 15° seien pathogene Mikroorganismen (Cholera, Milzbrand, Staphylococcus aureus et albus, Typhus, Kaninchenseptikämie) unempfindlich. Würde das Wasser mittelst Durchleitung von Kohlensäure reichlicher mit diesem Gas gesättigt, so würden geschädigt Cholera und Milzbrand, die anderen verhielten sich indifferent.

Dieser Autor hat also zwar eine Beeinflussung einiger Mikroorganismen durch Kohlensäure gesehen. Doch dies war, wie er selbst sagt, nur bei einer über das gewöhnliche Mass hinausgehenden Zufuhr von Kohlensäure der Fall; dagegen konnte er bei der gewöhnlichen Menge

nichts derartiges beobachten. Da man nun annehmen muss, dass er unter dem „gewöhnlichen Mass“ einen Gehalt an Kohlensäure versteht, der bei den üblichen Mineralwässern trotz der oft beträchtlichen Schwankungen nicht vorkommt, so steht dieses Untersuchungsresultat im Gegensatz zu dem von Hochstetter. Zugleich haben aber auch seine Versuche für die praktische Seite unserer Frage eine sehr geringe Bedeutung.

Als Ergänzung zu diesen Versuchen Hochstetters mit künstlichem Selterswasser wurden nun ähnliche Versuche an einer Reihe von natürlichen Mineralwässern vorgenommen; dabei konnte sich zugleich ein Einblick in die vermutete Kohlensäurewirkung gewinnen lassen. Bei der Wahl der Wässer wurde darauf geachtet, dass hauptsächlich solche mit verschiedenem Kohlensäuregehalt und mit verschiedener chemischer Zusammensetzung zur Verwendung gelangten. Dadurch konnten wir zugleich noch ein Urteil darüber gewinnen, ob die chemische Zusammensetzung d. h. das überwiegende Vorkommen eines oder mehrerer Bestandteile für die Abtötung der Bazillen in Betracht käme; auf zweierlei wurde dabei besonders geachtet, nämlich auf NaCl und Sulfate und zwar auf Grund der Resultate von Levi della Vida, die ergeben hatten: in Mineralwässern, die verschiedene Salze gelöst enthielten und deren Konzentration ungefähr der einer 0,5 %igen NaCl-Lösung entspreche, finde der Typhusbazillus bessere Lebensbedingungen als in destilliertem Wasser und viel bessere als in reinen Lösungen von NaCl in Wasser. Wenn unter den gelösten Salzen das $Na_2 So_4$ vorwiege

und NaCl in geringerem Masse vertreten sei, bleibe er länger am Leben, als wenn unter den gelösten Salzen das NaCl überwiege.

Unter Berücksichtigung dieser erwähnten Gesichtspunkte wurden gewählt:

Ems, Neuenahr, Kissingen, Rakoczy, Homburg, Selters, Vichy-Celestins, Evian-Cachat, Wiesbadener Kochbrunnen und Arminiusquelle.

Der Gang der Untersuchungen gestaltete sich derart, dass zunächst die einzelnen Flaschen mit einer genügend grossen und gleichmässigen Menge von Typhusbazillen infiziert wurden. Zu diesem Zwecke wurde eine Aufschwemmung einer lebensfrischen agglutinablen Kultur von Typhusbazillen in Bouillon hergestellt. Nachdem diese dicht gewachsen war, die Bazillen sich also reichlich vermehrt hatten, wurden mit steriler Pipette in jeder Flasche 2 ccm dieser Aufschwemmung gegeben. Darauf wurden die Flaschen mit neuen d. h. noch ungebrauchten Korken wieder fest verschlossen und gut durchgeschüttelt. Die Flaschen wurden bei der Infizierung möglichst kurze Zeit offen gelassen und mit aller Vorsicht verschlossen; da die Kohlensäure doch eventuell einen Einfluss auf die Typhusbazillen ausüben sollte, kam es darauf an, nur soviel Kohlensäure entweichen zu lassen, als unumgänglich nötig war. Darauf liessen wir alle Flaschen zwölf Tage lang stehen, schüttelten sie dann nochmals gut durch und untersuchten hierauf ihren Inhalt auf Typhusbazillen.

Im ganzen untersuchten wir sämtliche Flaschen dreimal.

Bei der ersten Untersuchung wurden als Nährboden Drigalski-Agarplatten von 22 cm Durchmesser gewählt, auf die je 10 ccm Flascheninhalt gebracht und gleichmässig verteilt wurden. Darauf liessen wir die Platten über Nacht stehen, bis die Flüssigkeit auf dem Nährboden verdunstet war; während dieser Zeit standen die Platten in einem Glaskasten, der nur durch seitliche mit Gaze bespannten Oeffnungen mit der Aussenluft in Verbindung stand, sodass ein Niederfallen von bakterienhaltigem Staub auf die Platten ausgeschlossen war.

Nachdem die Platten getrocknet waren, kamen sie für 24 Stunden in den Brutschrank bei 37° C. Die Zahl der hier auswachsenden Kolonien war darauf infolge der 10 ccm eine unerwünscht grosse geworden, sodass es schwer fiel, einzelne isolierte Kolonieen zu finden. Diese wurden auf Gärröhrchen mit Traubenzuckerbouillon überimpft und zwar wurden, um die Möglichkeit des Typhusnachweises zu vergrössern, von jeder Platte mehrere Röhrchen angelegt[1]). Die Röhrchen wurden wieder der Bruttemperatur ausgesetzt und ihr Inhalt, nachdem er sich durch Bakterienwachstum getrübt hatte, durch Agglutination auf Typhusbazillen untersucht. Das dabei verwandte Serum agglutinierte Typhusbazillen in einer Verdünnung von 1 : 10000; zum Agglutinationsversuch wurde es auf 1 : 1000 verdünnt, sodass also im Versuch die endgültige Verdünnung 1 : 2000 betrug.

Tabelle I zeigt in kurzer Uebersicht das Resultat:

[1]) Da die von der gleichen Platte stammenden Röhrchen gleiche Ergebnisse zeigten, wurden sie in allen drei Tabellen nicht gesondert aufgeführt.

Tabelle I:

Mineralwasser	Gärröhrchen	Agglutination	Beweglichkeit
Ems	Trübung diffus	—	+
Neuenahr	„ „	—	+
Rakoczy	„ „	—	+
Homburg	„ „	—	+
Selters	„ nur am Bodenteil	—	—
Vichy	„ diffus	—	+
Evian	„ nur am Bodenteil	—	—
Wiesbaden	„ „	—	—
Arminius	„ diffus	—	+

Zunächst ergab sich, dass nicht von allen Platten Röhrchen mit diffuser Trübung erzielt wurden, obwohl von allen Platten mehrere Röhrchen angelegt worden waren.

In all den Fällen, in denen sich keine diffuse Trübung der Nährbouillon ergeben hatte, war nun zwar bei der fehlenden Beweglichkeit der gewachsenen Bazillen Typhus mit Wahrscheinlichkeit auszuschliessen; trotzdem wurden alle Röhrchen zur Agglutination herangezogen. Das Resultat war durchgehends ein negatives, auch da, wo die Trübung diffus war, und ein positiver Ausfall zu erwarten stand. Dabei ergab das Testpräparat mit echter Typhusbouillon stark positive Reaktion, sodass das negative Resultat also nicht vom Serum stammen konnte.

Diese Versuchsreihe hatte also wider alles Erwarten ein Freisein der Wässer von Typhusbazillen ergeben, ein Schluss, der bei der Grösse der zu Platten verarbeiteten Wasserproben sowie bei der Anzahl der von verdächtigen Kolonien abgeimpften Gärröhrchen gerechtfertigt ist.

Immerhin könnte man daran denken, dass der Typhusstamm später in Mineralwasser seine Agglutinierbarkeit verloren hätte; dies kann aber nur eine Vermutung sein, für die keine Wahrscheinlichkeit spricht, geschweige denn ein Beweis vorliegt.

Gleichwohl gingen wir nun dazu über, eine zweite Serie anzulegen.

Das Verfahren war dabei das Gleiche wie bei Serie I, nur brachten wir diesmal halb soviel Flascheninhalt, also 5 ccm auf die Platten, um besser einzelstehende Kolonien zu erhalten.

Ferner vervollständigten wir die Versuche dahin, dass wir diesmal neben der Agglutination noch den rein kulturellen Typhusnachweis zu führen suchten; wir impften deshalb von allen Proben noch auf Traubenzuckerlösung, Milchzuckerlösung und Neutralrotagar ab.

Das Resultat dieser Versuche wird durch Tabelle II wiedergegeben.

Diesmal trat in allen Fällen eine diffuse Trübung in den Gärröhrchen ein, zugleich trat nirgends Gasbildung auf und überall fanden sich bewegliche Stäbchen; ferner blieben Milchzuckerlösung und Neutralrotagar unverändert. Soweit hätte also noch Typhus vorliegen können.

Tabelle II.

Mineralwasser	Gasbildung	Gärröhrchen	Agglut.	Traubenzucker	Beweglichkeit	Milchzucker	Neutralrotagar
Ems	—	Trübung diffus	—	leicht gerötet	+	unverändert	unverändert
Neuenahr	—	„	—	koaguliert	+	„	„
Rakoczy	—	„	—	„	+	„	„
Homburg	—	„	—	unverändert	+	„	„
Selters	—	„	—	koaguliert	+	„	„
Vichy	—	„	—	„	+	„	„
Evian	—	„	—	„	+	„	„
Wiesbaden	—	„	—	„	+	„	„
Arminius	—	„	—	„	+	„	„

Dagegen fiel auch hier wieder in allen Proben die Agglutination negativ aus; kulturell wurde in 7 Fällen durch deutliche Koagulierung der Traubenzuckerlösung erwiesen, dass keine Typhusbazillen vorlagen. Nur in den beiden Fällen von Ems und Homburg wäre rein nach dem kulturellen Resultat die Möglichkeit vorhanden, dass es sich um Typhus handelte.

Auch diese Serie wies also deutlich darauf hin, dass die Typhusbazillen sich nicht hatten im Mineralwasser halten können.

Darauf legten wir noch eine letzte Serie an, nur mit der Modifikation, dass wir an Stelle des Drigalski-Nährbodens den für den Typhusnachweis gleichfalls geeigneten Fuchsinagar nach Endo wählten. Ferner gaben wir auf die Platten nur 2 ccm Flascheninhalt, da auch bei 5 ccm noch sehr reichliche Massen von Kolonien gewachsen waren.

In Tabelle III kommt das Ergebnis dieser Serie zum Ausdruck.

Tabelle III.

Mineralwasser	Gasbildung	Gärröhrchen	Beweglichkeit	Traubenzucker	Milchzucker
Ems	—	Trüb. Nur am Bodenteil	—	unverändert	unverändert
Neuenahr	—	»	—	koaguliert	»
Rakoczy	+	»	—	»	»
Homburg	—	»	—	»	»
Selters	—	»	—	»	»
Vichy	—	»	—	»	»
Evian	—	»	—	»	»
Wiesbaden	—	»	—	»	»
Arminius	—	»	—	»	koaguliert

Zu dieser Tabelle bemerken wir, dass auch auf dem Fuchsinagar zahlreiche rundliche, grauweissliche, glän-

zende Kolonien auftraten, die man nach dem makroskopischen Aussehen sehr gut für Typhuskolonien ansprechen konnte. Das Gärröhrchen wies ferner eine diffuse Trübung auf und in einem Falle wurde Gasbildung beobachtet. Die Traubenzuckerlösung wurde in allen Fällen, mit Ausnahme eines einzigen, koaguliert. In diesem Falle (Ems) blieb zwar auch die Milchzuckerlösung unverändert und es hatte sich kein Gas gebildet; aber die fehlende Beweglichkeit macht Typhus trotzdem sehr unwahrscheinlich. Die Milchzuckerlösung blieb unverändert; nur bei einer Probe wurde auch sie koaguliert.

Es war also kulturell Typhus fast in allen Fällen sicher ausgeschlossen, in dem einen Fall von Ems sehr unwahrscheinlich.

Auch in dieser dritten Serie war es also nicht gelungen, noch Typhusbazillen in den Mineralwasserflaschen nachzuweisen.

Betrachtet man diese Versuche insgesamt, so ginge daraus hervor, dass Typhusbazillen in natürlichen Mineralwässern sich keine 12 Tage erhalten können.

Gleichwohl könnte man sich ja, wie oben erwähnt, auf den Standpunkt stellen, dass trotz obiger Bedenken ein Verlust der Agglutinierbarkeit eingetreten sei, somit in einigen Fällen die Versuche nicht bewiesen, dass kein Typhus vorliege. In den Tabellen II und III wurde jedoch die Traubenzuckerlösung in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle koaguliert; und selbst wenn es sich in den wenigen übrigen Fällen um Typhus handeln könnte, so ginge immer noch aus den Versuchen hervor, dass der

weitaus grösste Teil der Typhusbazillen im Wasser zugrunde gegangen ist, da der Nachweis sonst in mehr Fällen hätte gelingen müssen. Somit müsste man also doch sagen, dass im Grossen und Ganzen die Persistenzfähigkeit keine 12 Tage betrage.

Dieses Ergebnis steht im Widerspruch zu den Angaben von E. Pfuhl; dieser Autor erklärt nämlich, Typhusbazillen hätten sich in Selterswasser in einer Probe 15 Tage, in einer andern Probe mindestens 27 Tage gehalten.

Der Unterschied zwischen den verschiedenen verwandten Mineralwässern dürfte, selbst wenn ein solcher vorliegen sollte, nicht genügen, um diesen Widerspruch aufzuklären.

Dagegen käme eine andere Erwägung in Frage, ob nämlich nicht etwa verschieden stark lebensfrische Stämme von Typhusbazillen verwandt worden wären. Sicher können verschiedene Typhusstämme in ihrer Lebensenergie variieren, und es würde dadurch die Frage aufgeworfen, ob man überhaupt die Berechtigung hat, allgemein von der Persistenzfähigkeit in Kohlensäurewässern zu sprechen nnd ob es daher überhaupt nicht ein logischer Fehler ist, jeden derartigen Versuch mit jedem andern gleichartigen zu vergleichen.

Es scheint uns jedoch die Zahl der uns bekannten Untersuchungen noch zu klein zu sein, um diesen Schluss mit Sicherheit ziehen zu dürfen; vielmehr wird man es bei der Möglichkeit dieser Erklärung bewenden lassen und zu einer Entscheidung erst weitere Untersuchungen abwarten.

Weiterhin ergab aber ein Vergleich der Analysen, dass einmal $Na_2 SO_4$ keineswegs so konstant vorkommt, wenn auch allgemein Sulfate oft vertreten sind, dass aber der angedeutete Einfluss letzterer jedenfalls bei unseren Versuchen keinen Ausdruck findet. Desgleichen schwankt der Gehalt an NaCl zu stark, um daraus bestimmte Schlüsse zu ziehen.

Als Beispiel mögen hier einige Werte angeführt sein:

	Na Cl	Na_2 So_4	K_2 So_4	Mg So_4	Ca So_4
Neuenahr	0,108752	0,044646	0,057145	—	—
Vichy	0,534	0,291	—	—	—
Evian	0,003	0,0079	0,0052	—	—
Wiesbaden	6,829	—	—	—	0,08848
Rakoczy	5,82205	—	—	0,58839	0,38937
Arminius	0,3033	0,1212	—	—	1,37

Aber auch abgesehen von dem speziellen Fall des NaCl und der Sulfate stellten sich die übrigen Bestandteile als so wechselnde heraus, dass bei den übereinstimmenden Untersuchungsresultaten der verschiedenen Wässer in keiner Richtung ein Hinweis auf das eine oder andere Salz gegeben war; somit ist eine Beeinflussung der Mikroorganismen durch die chemische Zusammensetzung der Wässer als äusserst unwahrscheinlich zu bezeichnen.

Es könnte daher immer noch der Schluss Hochstetters, dass die Kohlensäure die Ursache des Absterbens der

pathogenen Mikroorganismen darstelle, eine gewisse Berechtigung haben, zumal auch nach seiner Angabe Versuche vorliegen, aus denen hervorgeht, das Selterswasser ohne Kohlensäure Cholerabazillen nicht schädige. Auch darüber müssten noch Nach-Untersuchungen Klarheit bringen.

Zusammenfassung.

Wenn wir das Ergebnis der vorliegenden Ausführungen nochmals kurz zusammenfassen wollen, so liesse sich sagen:

1) An den Gummiplatten der Patentflaschenverschlüsse finden sich Keime in relativ hoher Zahl; daraus geht hervor, dass die Reinigung der Verschlüsse den hygienischen Anforderungen nicht genügt.

2) Wenn auch in der Praxis Korkverschlüsse und Patentverschlüsse bezüglich Undurchdringlichkeit Genügendes leisten, so dürfte trotzdem bei gesteigerten Anforderungen ein festerer Abschluss durch die Patentverschlüsse gewährleistet sein.

3) Typhusbazillen besitzen Mineralwässern gegenüber mit grösster Wahrscheinlichkeit eine beschränkte Persistenzfähigkeit, was möglicherweise auf den Gehalt von Kohlensäure zurückzuführen ist.

Literatur.

Binz: Deutsche medizinische Wochenschrift 1900 pag. 212.

Hochstetter: Ueber Mikroorganismen in künstlichem Selterwasser nebst einigen vergleichenden Untersuchungen über ihr Verhalten im Berliner Leitungswasser (Arbeiten aus dem kaiserl. Gesundheitsamt Bd. II 1887 Heft 1 u. 2).

Levi della Vida, M.: Vitalità dei germi patogeni in alcune soluzioni saline ed in alcune acque potabili e minerali.

(Annali d'Jgiene sperimentale Vol. XIX. (N. S.) 1909 F. III. pag. 249).

Pfuhl, E: Vergleich. Untersuch. über die Haltbarkeit der Ruhrbazillen und d. Typhusbazillen ausserhalb d. menschl. Körpers.

(Zeitschrift f. Hygiene u Infektionskrankheiten Bd. XL Heft 3).

Reinl: Die gebräuchlichsten kohlensäurehaltigen Luxus- u. Mineralwässer vom bakteriol. Standpunkt aus betrachtet u. d. Einfluss der Füllungsweise auf den Keimgehalt derselben.

(Wiener mediz. Wochenschrift 1888 Nr. 22 u 23).

Rigler, G. v.: Die Bakterienflora der natürlichen Mineralwässer. (Hyg. Rundschau Bd. XII. 1902 Heft 10. p. 473 ff.)

Scala e Sanfelice: Azione dell'acido carbonico disciolto nelle acque potabili su alcuni microorganismi patogeni.

(Jstituto d'igiene di Roma. — Bulletino della R. Accademia Medica di Roma. Anno XVI. Fascic. VIII.)

Sidler, P.: Ueber den Keimgehalt der Mineralwässer (Berichte der pharmazeutischen Gesellschaft zu Berlin 1892, 1. Dez.).

Lebenslauf.

Geboren wurde ich Alfred Naumann am 7. März 1886 zu Frankfurt a. M. als Sohn des Kaufmanns Adolf Naumann und seiner Gemahlin Elise Naumann geb. Vogel.

Nachdem ich Ostern 1905 das Goethe-Gymnasium zu Frankfurt a. M. absolviert hatte, studierte ich zu Freiburg i Br. Medizin, wo ich Sommer 1907 das Physikum bestand. Darauf studierte ich zwei Semester in München, kehrte dann wieder nach Freiburg i. Br. zurück und legte daselbst die ärztliche Prüfung von März bis Mai 1910 ab.

In meinem praktischen Jahr war ich sodann am Untersuchungsamt für ansteckende Krankheiten, an der psychiatrischen Universitätsklinik und an der mediz. Universitätsklinik zu Freiburg i. Br. beschäftigt.

An dieser Stelle gestatte ich mir Herrn Geheimrat *Schottelius* für die Anregung zu dieser Arbeit und zugleich Herrn Prof. *Küster*, der mich bei der Abfassung der Arbeit in liebenswürdigster Weise unterstützte, meinen besten Dank auszusprechen.